



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

②⑦ EP 0 450 053 B1

⑩ DE 690 22 397 T 2

⑥① Int. Cl.⁶:
G 01 N 27/02
G 01 R 27/22

②① Deutsches Aktenzeichen:	690 22 397.8
②⑧ PCT-Aktenzeichen:	PCT/US90/05504
②⑥ Europäisches Aktenzeichen:	90 916 901.3
②⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 91/06000
②⑧ PCT-Anmeldetag:	2. 10. 90
②⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	2. 5. 91
②⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	9. 10. 91
②⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	13. 9. 95
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	7. 3. 96

DE 690 22 397 T 2

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

13.10.89 US 421484

⑦③ Patentinhaber:

The Foxboro Co., Foxboro, Mass., US

⑦④ Vertreter:

Müller, Schupfner & Gauger, 21244 Buchholz

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

⑦② Erfinder:

REESE, Philip, C., Buzzards Bay, MA 02532, US

⑤④ ELEKTRODENLOSES LEITFÄHIGKEITSGEFÄSS MIT DREI RINGSPULEN.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 22 397 T 2

1

5

TECHNISCHES GEBIET

10

15

Die Erfindung soll zum Messen der elektrischen Leitfähigkeit von Fluiden verwendet werden. In dieser Instrumentenklasse induziert ein erster ringförmiger Magnetkreis ein Magnetfeld in einem Fluid, das den angetriebenen Ringkern umgibt, und ein zweiter ringförmiger Magnetkreis wird verwendet, um das Magnetfeld in der Flüssigkeit zu erfassen. Im vorliegenden Zusammenhang bezieht sich "ringförmig" auf den gewöhnlichen Ringspulen-Elektromagneten und schließt bevorzugt eine elektromagnetische Spule oder eine Spulenwicklung von ringförmiger Gestalt ein. Die elektrische Leitfähigkeit des Fluids wird dann durch Messen des elektrischen Ausgangssignals der zweiten Fühlerspule aufgenommen.

20

25

Die vorliegende Erfindung dient der Messung der Leitfähigkeit von Fluiden, wie sie in Rohrleitungen vorkommen, die in chemischen Prozessen verwendet werden. Beispielsweise erzeugt die Messung eines Fluids, das einen Säureanteil hat, einen bekannten Leitfähigkeitswert in dem Fluidgemisch. Es ist daher möglich, den Prozentsatz der in einer Leitung strömenden Säure zu regeln, indem der Säuredurchfluß gemessen und eingestellt wird, um die gewünschte Leitfähigkeit zu erreichen. Ionische Verunreinigungen in Entsorgungsf fluiden können ebenfalls gemessen werden.

30

STAND DER TECHNIK

35

Es ist allgemein bekannt, Meßsonden zur Messung der Leitfähigkeit eines Fluids dadurch zu bilden, daß eine erste, ein Magnetfeld erzeugende Ringspule in einer Anordnung relativ zu einer zweiten, ein Magnetfeld messenden Ringspule angeordnet wird, wobei die Leitfähigkeit eines Fluids die

1 Spulen magnetisch miteinander koppelt. Charakteristische
bekannte Vorrichtungen umfassen auch das Anordnen einer
Signalabgabespule und einer Empfangsspule an getrennten
Fluidbahnen, wie etwa in der US-PS 2 709 785 von Fielden.

5 Das Prinzip der Fluidmessung durch magnetische Messungen ist
in den US-PS'en 2 642 057, 3 806 798 und 4 220 920
erläutert.

10 Ein Katalog 27 von Industrial Instruments Inc., der wahr-
scheinlich seit 1963 urheberrechtlich geschützt ist, er-
örtert die Messung der Leitfähigkeit von Lösungen und die
entsprechende Theorie. Wahrscheinlich wurde dieser Katalog
vom US-Patentamt in Klasse 324, Unterklasse 439, einge-
15 ordnet.

20 Die herkömmliche Konfiguration der Ringspulen im Stand der
Technik ist die Anordnung einer ersten Ringspule getrennt
von einer zweiten Ringspule, wobei die eine einen Strom
führt und die andere zur Messung genutzt wird.

25 Die Leitfähigkeit der Lösung, die die Meßzelle umgibt und
sich in der zylindrischen Bohrung befindet, bewirkt die
Verkettung zwischen den Ringwicklungen zur Übertragung von
elektromagnetischer Energie zwischen den beiden Ringwicklun-
gen. Es gibt ein direktes Verhältnis zwischen der Leitfähig-
keit des gemessenen Fluids und der Energiemenge, die auf die
empfangende Ringspule bei einem gegebenen Zellenfaktor
(Konstante) übertragen wird. Der Zellenfaktor ist durch das
30 Verhältnis der Länge der Zelle zu dem Querschnittsbereich
der Bohrung bestimmt. Daher verdoppelt eine Verdopplung der
Länge den Zellenfaktor.

35 Diese Art von Meßzelle wird bei der Messung von Fluiden in
der Größenordnung von 10 (100 Mikrosiemens/cm) bis 2000 (500
Mikrosiemens/cm) Ohm verwendet. Um Messungen unterhalb von
500 Mikrosiemens/cm durchzuführen, muß die Meßzelle mit

1 einem sehr kleinen Zellenfaktor gebildet werden, und es muß
eine elektronische Schaltung mit großem Verstärkungsfaktor
verwendet werden, um das Signal aufzunehmen. Unter diesen
Umständen ist in der Meessung häufig ein großer Rauschfaktor
5 vorhanden. Dieses Rauschen kommt von der zu messenden Lösung
und von der elektronischen Schaltung mit großem Verstär-
kungsfaktor, die verwendet werden muß. Die Anwesenheit die-
ses Rauschens erschwert die Durchführung präziser und zu-
verlässiger Messungen erheblich.

10 US-A-2 542 057 zeigt eine Vorrichtung und ein Verfahren
gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 11. Die
Erfindung ist in den Patentansprüchen beansprucht.

15 Die Erfindung verwendet drei Ringspulen, die nebeneinander
angeordnet sind, um eine zylindrische Bohrung zu bilden, die
mit den Ringmittellinien koaxial ist. Die beiden äußeren
Ringspulen können entweder Treiberspulen oder Empfangsspulen
sein. Es wurde gefunden, daß der kleinste Rauschabstand
20 erhalten wird, wenn die äußeren Ringspulen die angetriebenen
Spulen sind. Wenn der aufnehmende Ringkörper in der Mitte
des Stapels der drei Ringspulen liegt, ist er gegenüber
Rauschen abgeschirmt, das in der zu messenden Lösung erzeugt
wird.

25 Bei der Erfindung ermöglichen es die zwei angetriebenen
Ringspulen, daß das an der elektronischen Einrichtung
empfangene Signal doppelt so groß wie ein Signal von einer
zwei Ringspulen aufweisenden bekannten Meßzelle mit dem
gleichen Zellenfaktor ist. Der verbesserte Zellenfaktor und
30 die zweifache Treiberspulenkonfiguration der Erfindung
minimieren das in der Messung anwesende Rauschen und erlau-
ben außerdem empfindlichere Messungen, wenn der Strom der
Empfangsspule Null angenähert ist.

1 Das Eingangssignal zu den Treiberspulen ist bevorzugt eine Wechselspannung, und die Messung durch die Empfangsspule ist eine Messung des sie durchfließenden Wechselstroms.

5 Ein wichtiges Merkmal dieser Konfiguration ist die Bereitstellung einer vorteilhaften Prüfung einer Meßzelle, wenn ein Fluidaustritt in irgendeine der Ringspulen des Meßzellenhohlraums erfolgt ist. Eine der zwei Treiber-Ringspulen kann während einer Messung ein- und ausgeschaltet werden.

10 Das Fluid wird zuerst in Anwesenheit aller drei Spulen gemessen und wird dann mit einer Treiberspule und einer Fühlerspule gemessen. Die Leitfähigkeitsmessung muß in jedem Zustand (bei einer gegebenen elektrischen Leitfähigkeit des Fluids) die gleiche bleiben, andernfalls zeigt sie an, daß

15 die Messungen unzuverlässig sind und eventuell ein Teil der Lösung in den Ringhohlraum eingedrungen ist. Die Messung der Leitfähigkeit des Fluids verlangt außerdem eine Änderung des Instruments, um eine Anpassung an die unterschiedliche Empfindlichkeit einer Zwei- und einer Drei-Ringspulen-Meßzelle zu erreichen. Wenn sie mit einem Mikroprozessor durchgeführt

20 wird, kann die Empfindlichkeit ohne weiteres geändert werden, wenn für die Messung mit der Zelle das digitale Programm verwendet wird. Wenn ein Ringspulen-Ausgangssignal verdoppelt wird, ist die Skalierung des Mikroprozessors nur

25 halb so groß.

Die bevorzugte Konfiguration verwendet zwei äußere Treiber-Ringspulen und in der Mitte eine einzige Empfangs-Ringspule. Die drei Ringspulen sind durch geerdete Abschirmungen voneinander getrennt, die die unerwünschte direkte Signalübertragung zwischen den Ringspulen herabsetzen. Diese Abschirmungen begrenzen das Magnetfeld auf den Bohrungsbereich, in dem sich das zu messende Fluid befindet. Die Abschirmungen sehen außerdem eine stärkere Isolation der Ringspulen vor,

30 wenn die zu messende Flüssigkeit abwesend ist.

35

1 Die elektrodenlose Leitfähigkeits-Meßzelle mit drei Ringspu-
len gemäß der Erfindung erlaubt die präzise Leitfähigkeits-
messung von Fluiden geringer Leitfähigkeit. Die bekannten
5 Einrichtungen mit zwei Ringspulen zeigen Rausch- und Ver-
stärkungsprobleme, wenn geringe Leitfähigkeiten gemessen
werden. Die Erfindung verringert Rauschprobleme bei der
Durchführung der Messung geringer Leitfähigkeit, indem (1)
die Empfangsspule gegenüber Rauschen, das in der zu messen-
den Lösung erzeugt wird, abgeschirmt wird, und (2) ist das
10 Signal von der Drei-Ringspulen-Konfiguration doppelt so groß
wie das von einer Zwei-Ringspulen-Meßzelle mit dem gleichen
Zellenfaktor.

15 Eine erhebliche Abschirmung der zentralen Empfangsspule
ergibt sich durch die Treiberspulen, die sie umgeben. Diese
Abschirmung durch die Treiberspulen ist zusätzlich zu den
metallischen Abschirmungen, die die Ringspulen der Erfindung
voneinander trennen.

20 Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ergibt sich aus der
Tatsache, daß die Dreifach-Meßzellenkonstruktion mit durch
einen Schalter wählbaren Spulenkonfigurationen die Durch-
führung von Messungen über einen größeren Bereich zuläßt,
als das mit einer herkömmlichen Zwei-Ringspulen-Meßzelle
25 möglich ist. Zwei Bereiche sind ohne weiteres verfügbar.
Eine Messung kann durchgeführt werden, indem eine einzige
Ringspule als Treiberspule und eine andere Ringspule als
Fühlerspule geschaltet ist, um einen ersten Wertebereich zu
messen, wonach eine zusätzliche Ringspule parallel entweder
30 mit der Treiberspule oder der Fühlerspule geschaltet wird,
um die Empfindlichkeit des Instruments zu verdoppeln. Zur
Durchführung von temperaturkompensierten Messungen von 0 bis
120 °C mit einer Zwei-Ringspulen-Meßzelle in einem Bereich
von 1 Mikrosiemens/cm muß das Instrument gewöhnlich fähig
35 sein, bis zu 3,5 Mikrosiemens/cm zu messen. Indem die vor-
liegende Drei-Ringspulen-Meßzelle verwendet und die zweite
Treiber-Ringspule ausgeschaltet und dadurch der elektrische

1 Zellenfaktor verdoppelt wird, kann das Instrument bis zu
 7,0 Mikrosiemens/cm messen und somit über einen größeren
 Temperaturbereich kompensieren. Ein Wärmefühler kann eben-
 falls vorgesehen sein, um die Temperatur zu erfassen.

5 Wenn eine zweite Treiber-Ringspule parallel zu der ersten
 Ringspule einer Zwei-Ringspulen-Meßzelle hinzugefügt wird,
 wird der Strom im Instrument für eine gegebene Sonde ver-
 doppelt, und der scheinbare elektrische Zellenfaktor wird
 10 verdoppelt. Diese scheinbare Verringerung des Zellenfaktors
 resultiert in einer Vergrößerung des Meßbereichs des Gesamt-
 instrumnts, da der verlangte Meßkreis-Spannungsverstärkungs-
 faktor verringert wird. Somit wird bei einem gegebenen Meß-
 kreis-Spannungsverstärkungsfaktor die Sondenempfindlichkeit
 15 verdoppelt.

20 Wenn zu einer bestehenden Zwei-Ringspulen-Meßzelle eine
 dritte Ringspule hinzugefügt wird, kann der physische
 Zellenfaktor um ca. 67 % verringert werden, weil die Länge
 der Bohrung um die Hälfte vergrößert wird, und zwar infolge
 der Dicke der dritten Ringspule, die der Zellenlänge hinzu-
 gefügt wird.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

25 Die obigen und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der
 Erfindung ergeben sich im einzelnen aus dem Vorstehenden und
 aus der genauen Beschreibung einer bevorzugten Ausführungs-
 form, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist;
 30 die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 eine Schnittansicht der Vorrichtung gemäß der
 Erfindung, wobei die drei Ringspulen im Quer-
 schnitt gezeigt sind;

35 Fig. 2 eine schematische Ansicht der Meßzelle, die mit
 einem Meßelektronikgehäuse auf Mikroprozessorbasis

1 verbunden ist, um die Fluidintegrität im Meßzellenhohlraum zu messen und festzustellen;

Fig. 3 die Meßelektronik und die Schalteinrichtung, die
5 den Betrieb der Leitfähigkeits-Meßzelle ermöglichen; und

Fig. 4 eine einfache Schalteinheit zum selektiven
10 Verbinden der Ringspulen in verschiedenen Konfigurationen.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

15 In Fig. 1 sind die drei koaxialen Ringspulen 11, 12 und 13 im Querschnitt gezeigt, um den Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zu verdeutlichen. Die zentrale Ringspule 12 wird selektiv als Empfangs- oder Fühler-Ringspule verwendet, die dem Magnetfluß ausgesetzt ist, der in sie von den Treiber-Ringspulen 11 und 13 durch das Fluid
20 eingekoppelt wird. Die Treiber- und Fühler-Ringspulen können auch selektiv umgesteuert werden, so daß die zentrale Ringspule 12 die Treiberspule wird und die Ringspulen 11 und/oder 13 an den Enden zum Erfassen verwendet werden. Diese Konfiguration ist bei der Messung und der Feststellung der
25 Gültigkeit von Instrumenten nützlich und kann verwendet werden, wenn die Unempfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern nicht von überragender Bedeutung ist.

Es wurde gefunden, daß maximale Empfindlichkeit und minimales Rauschen erreicht werden können, wenn die Fühler-Ringspule 12 gegenüber dem Rest des Fluids dadurch getrennt ist, daß die Fühler-Ringspule zwischen den beiden Treiber-Ringspulen positioniert ist.

35 Fig. 1 zeigt außerdem magnetische Abschirmungen 14 und 15, die dazu dienen, eine direkte Induktion aus den Treiber-Ringspulen 11 und 13 zu der Fühler-Ringspule 13 zu begrenzen.

1 zen. Diese Abschirmungen sind flache, scheibenartige Ab-
 standshalter, die bevorzugt geerdet sind. Diese Abschir-
 mungen können auch als dünne, eine Mittelöffnung aufwei-
 sende, scheibenförmige metallische Abstandshalter bezeichnet
 5 werden, die zwischen den Fühler- und Treiber-Ringspulen
 liegen.

Die Meßzelle 20 von Fig. 1 hat ein magnetisch durchlässiges
 Gehäuse 21 in Gestalt eines geschlossenen doppelten Ring-
 10 körpers, das die Ringspulen 11, 12 und 13 umschließt, um
 eine Fluiddurchgangsbohrung 19 zu bilden; dieses Gehäus 21
 verhindert auch, daß das zu messende Fluid in die Ringspu-
 lenwicklungen und die Zwischenräume 27 zwischen den Ring-
 spulen eintritt. Das Gehäuse 21 hat einen Ansatz 24, der die
 15 Verbindungsleitungen 23 zu der Meßzelle schützt, und das
 Gehäuse 21 ist außerdem nützlich, um das die Bohrung 19
 aufweisende Ende der Meßzelle 20 in ein Fluid F zu manipu-
 lieren, dessen Leitfähigkeit gemessen werden soll. Ein Um-
 fangsflansch 17 minimiert Spritzen und bildet eine zweckmä-
 20 ßige Stelle, um einen weiteren Ansatz 16 anzubringen.

Es ist zu beachten, daß es nützlich oder notwendig sein
 kann, einen zusätzlichen Fühler wie etwa einen Wärmefühler
 18 in einer Position, die zum Messen der gewünschten Charak-
 25 teristik geeignet ist, an oder in dem Sondengehäuse vor-
 zusehen.

Es ist zwar nicht gezeigt, aber die Drei-Ringspulen-Meßzelle
 gemäß der Erfindung kann mit anderen physischen Konstruk-
 30 tionen verwendet werden, wobei etwa die Mitte der Ringspule
 ein Rohrabchnitt ist, der das zu messende Fluid führt. Es
 kann jede andere Möglichkeit der Einleitung des Fluids in
 die Bohrung 19 innerhalb der Ringspulen angewandt werden.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung der Erfindung 10,
 die ein Gehäuse mit Meßelektronik 22 zeigt, wobei Anschlüsse
 35 an eine Meßzelle 20 vorgesehen sind. Die Abstandshalter 14

1 und 15 sind über eine Leitung 37, die zu der Meßelektronik
 22 führt, geerdet. Die Treiber-Ringspulen 11 und 13 sind in
 der Meßelektronik 22 parallelgeschaltet, und zwar mit Hilfe
 von Schaltsteuerkreisen in einem Schaltsteuerblock 34, der
 5 in Fig. 2 nicht zu sehen ist (siehe Fig. 3) und noch be-
 schrieben wird.

Der Schaltsteuerblock 34 ermöglicht in Kombination mit der
 Drei-Meßzellen-Konstruktion, die umschaltbare Spulen gemäß
 10 der Erfindung hat, Messungen der elektrischen Leitfähigkeit
 über einen größeren Bereich, als es mit einer einfachen
 Zwei-Ringspulen-Meßzelle möglich ist. Charakteristisch
 werden mit den Schaltkreisen in dem Schaltsteuerblock 34
 zwei Bereiche verfügbar gemacht. Eine Messung wird zuerst
 15 vorgenommen, während eine der einzelnen Ringspulen als eine
 Treiberspule und eine andere (bevorzugt benachbarte) Ring-
 spule als eine Fühlerspule geschaltet ist, um einen ersten
 Bereich von Leitfähigkeitswerten des Fluids zu messen, und
 dann wird eine weitere Ringspule mit entweder der Treiber-
 20 spule oder der Fühlerspule parallelgeschaltet, um die Emp-
 findlichkeit des Instruments zu verdoppeln. Beispielsweise
 können die Schaltkreise des Schaltsteuerblocks 34 die äußere
 Ringspule 11 mit dem Treiberkreis 30 (siehe Fig. 3) über ein
 Kabel 39 als einzige Treiberspule verbinden und die mittlere
 25 Ringspule 12 über Kabel 38 als die einzige Fühlerspule mit
 dem Detektorblock 32 verbinden, um einen Bereich von Leitfä-
 higkeitsmeßwerten zu erhalten, was praktisch der Konfigura-
 tion wie bei herkömmlichen Zwei-Ringspulen-Leitfähigkeits-
 meßzellen entspricht. Dann kann eine zusätzliche Ringspule
 30 13 mit der Treiber-Ringspule 11 über ein Kabel 36 und die
 Schaltkreise parallelgeschaltet werden, um das Treibersignal
 zu verdoppeln (Erhöhen der Empfindlichkeit durch verstärktes
 Treiben).

35 Alternativ kann für die erste Messung die Ringspule 12 über
 das Kabel 38 und die Schaltkreise des Schaltsteuerblocks 34
 als die Treiberspule geschaltet werden, und die Ringspule 11

1 kann über das Kabel 39 und die Schaltkreise als die Fühler-
spule geschaltet werden, und dann kann eine zusätzliche
Ringspule 13 mit der Fühlerspule 11 über das Kabel 36 und
die Schaltkreise parallelgeschaltet werden, um die Meßemp-
5 findlichkeit zu verdoppeln (Erhöhen der Empfindlichkeit
durch Erhöhen der Aufnahmespannung). Die Empfindlichkeit
kann auch um ein vorbestimmtes Ausmaß verringert werden, um
einen größeren Bereich zu erhalten, indem die beiden äußeren
Ringspulen als eine herkömmliche Zwei-Ringspulen-Meßzelle
10 mit einem kleineren Zellenfaktor wegen der größeren Länge
der Zellenbohrung verwendet werden.

Um temperaturkompensierte Messungen von 0 bis 120 °C mit
einer Zwei-Ringspulen-Meßzelle im Bereich von 1 Mikro-
15 siemens/cm durchzuführen, muß das Instrument normalerweise
fähig sein, bis zu 3,5 Mikrosiemens/cm zu messen. Durch Ver-
wendung der Drei-Ringspulen-Meßzelle in einer Konfiguration
mit zwei Treiber-Ringspulen und einer Fühler-Ringspule und
Ausschalten der zweiten Treiber-Ringspule über die Schalt-
20 kreise unter Steuerung durch den Schaltsteuerblock 34, so
daß der elektrische Zellenfaktor verdoppelt wird, kann das
Instrument bis zu 7,0 Mikrosiemens/cm messen und damit über
einen größeren Temperaturbereich kompensieren.

25 Wenn eine zweite Treiber-Ringspule parallel mit der ersten
Ringspule einer Zwei-Ringspulen-Meßzelle hinzugefügt wird,
wird der Zellenstrom in der Sonde bei einer gegebenen Zel-
lenlänge verdoppelt, und der elektrische Zellenfaktor wird
dann halbiert, so daß eine verdoppelte erfaßte Spannung
30 erhalten wird. Somit ist von dem Meßkreisverstärker für
einen gegebenen Verstärkungsfaktor ein größeres Ausgangssi-
gnal zu erhalten. Eine Verringerung des Zellenfaktors re-
sultiert in einer Erweiterung des Meßbereichs des Instru-
ments.

35 Außerdem wird durch Hinzufügen einer dritten Ringspule zu
einer bestehenden Zwei-Ringspulen-Meßzelle der physische

1 Zellenfaktor um 67 % verringert, weil die Länge der Bohrung
um $1/3$ vergrößert wird, und zwar aufgrund der Dicke der
dritten Ringspule, die zu der Meßzellenlänge addiert wird.

5 Wenn es erwünscht ist, eine diagnostische Sequenz durchzu-
führen, um etwa festzustellen, ob ein Fluideintritt in den
Zellenhohlraum 27 aufgetreten ist, können zusätzliche Ver-
bindungen von jeder Ringspule an der Meßelektronik 22 vor-
gesehen werden. Die Meßelektronik 22 muß Treiber- und Detek-
10 tierkreise zur Bestimmung der Leitfähigkeit eines Fluids
aufweisen, wie dem Fachmann bekannt ist. Ebenso kann der
Schaltsteuerblock 34 herkömmliche Umschaltkreise aufweisen,
die zweckmäßig in dem Gehäuse der Meßelektronik liegen, um
das Schalten von Treiberspulen in die und aus der Schaltung
15 zu ermöglichen und um Treiber- und Detektierkreise an der
Meßelektronik 22 zwischen den Ringspulen auszutauschen. Eine
erweiterte und/oder ferngesteuerte Umschaltung kann, falls
gewünscht, von einem Mikroprozessor durchgeführt werden, der
unter einem Set von vorgegebenen Anweisungen arbeitet. Der
20 Mikroprozessor muß fähig sein, Messungen der Leitfähigkeit
des Fluids und der Betriebscharakteristiken der Meßzelle
wie etwa Fluideintritt in den Zellenhohlraum durchzuführen.

Die Drei-Ringspulen-Meßzelle kann leicht in eine Zwei-Ring-
25 spulen-Einrichtung umgewandelt werden, wie das im Stand der
Technik bekannt ist. Diese Umwandlung kann erfolgen, indem
einfach eine der Ringspulen 11 oder 13 von dem Parallelkreis
unter Steuerung durch den Schaltsteuerblock 34, der noch be-
schrieben wird, getrennt wird. Die Trennung kann so konfigu-
30 riert sein, daß zugelassen wird, daß die verbleibende Trei-
ber-Ringspule und die Fühler-Ringspule als eine herkömmliche
Zwei-Ringspulen-Meßzelle wirksam sind. Diese Verbindungen
und Trennungen können entweder ferngesteuert oder manuell an
dem Gehäuse der Meßelektronik 22 durch manuelle Betätigung
35 einer herkömmlichen Betätigungseinheit 31 erfolgen.

1 Die Erfindung sieht auch die Erfassung einer Fehlfunktion
wie etwa das Eindringen von Fluid in die Zwischenräume zwi-
schen den Ringspulen in dem Zellenhohlraum 27 vor, indem
zwei oder mehr verschiedene Ringspulenkonfigurations-
5 Messungen der Leitfähigkeit des Fluids durchgeführt werden,
wenn bekannt ist, daß die Leitfähigkeit konstant ist. Die
erste Messung erfolgt mit zwei Treiber-Ringspulen, wie in
den Fig. 1 und 2 gezeigt ist. Bei der nächsten Messung ist
eine der Treiber-Ringspulen getrennt, wodurch die elektri-
10 sche und mechanische Konfiguration in eine Zwei-Ringspulen-
Konfiguration geändert wird. Wenn die Konfiguration von zwei
Treiber-Ringspulen zu nur einer Treiber-Ringspule geändert
wird, wird das Ausgangssignal der verbleibenden Fühler-
Ringspule gegenüber der vorhergehenden Messung kleiner, wo-
15 bei angenommen ist, daß die elektrische Leitfähigkeit des
Fluids gleich bleibt. Dieses Merkmal ermöglicht es, daß das
Instrument zur Mehrbereichsmessung eingesetzt wird, da das
Hinzufügen der Extraspule (oder das Weglassen derselben) zu
entweder dem Treiber- oder dem Fühlerspulenkreis oder die
20 Umschaltung von einer Zwei-Ringspulen-Konfiguration zu einer
Drei-Ringspulen-Konfiguration eine Änderung des Zellenfak-
tors, der Treiberleistung und der Empfindlichkeit der Er-
fassung ermöglicht. Eine Kompensation der verschiedenen
Zellenfaktoren und Ausgangs-Charakteristiken kann entweder
25 elektronisch durch die Fühler-Elektronik 22 oder unter Fern-
steuerung durchgeführt werden, wenn der Betrieb unter
Computer-Fernsteuerung erfolgt.

Fig. 3 zeigt ein Blockbild des Meßelektronik-Gehäuses 22.
30 Für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung wird die Drei-
Ringspulen-Leitfähigkeitsmeßzelle in ihrer herkömmlichen
Konfiguration beschrieben, wobei die äußeren Ringspulen 11,
13 als die Treiberspulen und die innere Ringspule 12 als die
Fühlerspule verwendet werden. Das Meßelektronik-Gehäuse 22
umfaßt Übertragungsleitungen 40 und 42 zu äußeren Anzeige-
35 und/oder Meßeinrichtungen, die nicht Teil der Erfindung
sind, und eine Vielzahl von Übertragungsleitungen 36, 38 und

1 39, die das Meßelektronik-Gehäuse 22 mit der Sonde 20 ver-
 binden. Die Leitungen 36, 38 und 39 können herkömmliche
 verdrillte Doppelleitungen, abgeschirmte Leitungen mit
 abgeschirmten verdrillten Doppelleitungen, Doppelleiter-
 5 Koaxialkabel oder Vielfachabschirmungs-Kabel sein, wie sie
 dem Fachmann bekannt sind. Eine gesonderte Erdungsleitung 37
 kann vorgesehen sein; der Fachmann weiß um die große Bedeu-
 tung einer guten Konstruktionsausführung durch Vorsehen ge-
 eigneter Erd/Masse-Referenzen für die Sonde 20 und das Meß-
 10 elektronik-Gehäuse 22. Das Treibersignal wird lokal in dem
 Treiberblock 30 erzeugt, so daß ein elektrisches Signal für
 die Treiberspule auf Leitung 35 zu den Schaltkreisen und auf
 den Signalleitungen 36 und 39, die abgeschirmt sein können,
 geliefert wird. Ein elektrisches Wechselspannungssignal wird
 15 bevorzugt. Die Signalleitung 38 (die ebenfalls abgeschirmt
 sein kann) liefert das Meßsignal von der Fühler-Ringspule zu
 einem herkömmlichen Detektierblock 32 über die Schaltkreise
 in dem Schaltsteuerblock 34 und die Leitung 33. Der Detek-
 tierblock 32 liefert ein Meßausgangssignal auf Leitung 40.
 20 Es ist zu beachten, daß der Detektierblock 32 eine erweiter-
 te Signalverarbeitung umfassen kann, beispielsweise einen
 Prozessor unter Programmsteuerung. Bekannte Schaltkreise
 (Fig. 4) sind in dem Schaltsteuerblock 34 enthalten, um die
 Ringspulen in verschiedenen Konfigurationen zu verbinden und
 25 neu zu verbinden, wie es für Prüf- und Gültigkeitsopera-
 tionen erforderlich ist, die bereits beschrieben wurden.
 Eine Steuerleitung 42 steuert die Betätigungseinheit 31, um
 eine Wahl unter den vielen Schaltfunktionen vorzunehmen, die
 für diese Funktion notwendig sind. Wenn die Schaltkreise in
 30 dem Schaltsteuerblock 34 unter externer oder Fernsteuerung
 stehen, können sie über die Steuerleitung 42 ferngesteuert
 werden.

Ein Beispiel der bei dieser Konfiguration brauchbaren
 35 Schaltkreise ist in Fig. 4 gezeigt. Dabei sind die drei
 Ringspulen 11, 12, 13 entsprechend der Tabelle 1 geschaltet,
 die eine Gruppe von möglichen Schaltkreisverbindungswegen

angibt. Der Fachmann erkennt, daß Änderungen der Verdrahtung der Schalter 50 bis 55 vorgenommen werden können, um eine andere Schaltfunktions-Reihenfolge für die verschiedenen Konfigurationen der Ringspulenverbindungen vorzusehen.

TABELLE 1

RINGSPULE-BEZUGSZEICHEN

GESCHALTET ALS:

	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	SCHALTERPOSITION
10	Treiber	Fühler	N/C	1
	Treiber	Fühler	Treiber	2
	N/C	Fühler	Treiber	3
	Fühler	Treiber	N/C	4
15	Fühler	Treiber	Fühler	5
	N/C	Treiber	Fühler	6

Dabei werden die Schaltfunktionen entsprechend der TABELLE 1 durch eine Vielzahl von Schaltern 50 bis 55 in dem Schaltsteuerblock 34 erhalten. Eine Betätigungseinheit 31, die ein manuell betätigter Schaltzapfen, der mit den jeweiligen Schalterkontakten 50 bis 55 gekoppelt ist, oder ein elektrischer oder elektronischer Umschaltkreis sein kann, wählt die gewünschte Konfiguration der Ringspulenverbindung; die Betätigungseinheit 31 kann, falls gewünscht und entsprechend ausgerüstet, fernbetätigt werden.

Die Erfindung wurde zwar unter Bezugnahme auf eine Ausführungsform für die beste Betriebsart gezeigt und beschrieben, es versteht sich jedoch für den Fachmann, daß die vorstehenden und verschiedene andere Änderungen und Weglassungen hinsichtlich Form und Einzelheiten vorgenommen werden können, ohne daß dadurch vom Rahmen der Erfindung abgewichen wird.

1

5

Patentansprüche

1. Sonde zum Messen der elektrischen Leitfähigkeit eines Fluids, die folgendes aufweist:

- 10 ein magnetisch durchlässiges Gehäuse (21), das eine Fluiddurchtrittsbohrung (19) definiert; und
eine erste und eine zweite koaxiale Ringspule (11, 12), die in dem Gehäuse (21) eingeschlossen sind und eine gemeinsame Mittelachse haben, die innerhalb der Bohrung (19) liegt;
15 wobei die erste Ringspule (11) mit einer Treiberschaltung (30) zum Erzeugen eines Magnetflusses gekoppelt ist;
die zweite Ringspule (12) mit einer Meßschaltung (32) zum Erfassen des elektromagnetischen Flusses an der zweiten Ringspule (12) gekoppelt ist, DADURCH GEKENNZEICHNET, DASS
20 koaxial mit der ersten und der zweiten Ringspule (11, 12) eine dritte Ringspule (13), die ebenfalls in dem Gehäuse (21) eingeschlossen ist, und eine Schalteinrichtung (34) vorgesehen ist, um die dritte Ringspule mit der ersten Ringspule oder der zweiten Ringspule selektiv parallel zu
25 verbinden oder sie davon zu trennen; wobei die drei Ringspulen einen Stapel bilden.

2. Sonde nach Anspruch 1, wobei die äußeren beiden Ringspulen (11, 13) der Ringspulen (11, 12, 13) parallel
30 miteinander gekoppelt sind.

3. Sonde nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die mittlere Ringspule (12) der Ringspulen (11, 12, 13) mit der Treiberschaltung (30) gekoppelt ist.

35

- 1 4. Sonde nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die mittlere Ringspule (12) der Ringspulen (11, 12, 13) mit der Meßschaltung (32) gekoppelt ist.
- 5 5. Sonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Treiberschaltung zur Abgabe eines Wechselstroms ausgebildet ist.
- 10 6. Sonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Einrichtung (22) aufweist, um die Ringspule (11, 12, 13) mit der Treiberschaltung (30) und der Meßschaltung (32) selektiv zu verbinden und sie davon zu trennen.
- 15 7. Sonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner eine magnetische Abschirmung (14, 15) aufweist, die die mittlere Ringspule (12) wenigstens teilweise umgibt.
- 20 8. Sonde nach Anspruch 7, wobei die magnetische Abschirmung eine erste und eine zweite, jeweils in der Mitte gelochte Scheibe (14, 15) in dem Gehäuse (21) aufweist, die angeordnet sind, um die erste, die zweite und die dritte Ringspule (11, 12, 13) voneinander zu trennen.
- 25 9. Sonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner einen Wärmefühler aufweist, der in dem Gehäuse (21) angeordnet ist.
- 30 10. Verfahren zum Messen der Leitfähigkeit von Fluid unter Verwendung einer Fluidleitfähigkeits-Meßeinrichtung, die eine erste und eine zweite, koaxial miteinander ausgefluchtete Ringspule (11, 12, 13) in einem magnetisch durchlässigen Gehäuse (21) aufweist, das eine Fluiddurchgangsbohrung (19) definiert, wobei das Verfahren aufweist: Erzeugen eines Magnetflusses in der Fluiddurchgangsbohrung (19) durch An-
- 35 legen eines Treibersignals von einer Treibereinrichtung (30) an eine der Ringspulen und Erfassen des Magnetflusses an der

1 anderen der Ringspulen, die mit einer Fühlereinrichtung gekoppelt ist, GEKENNZEICHNET DURCH

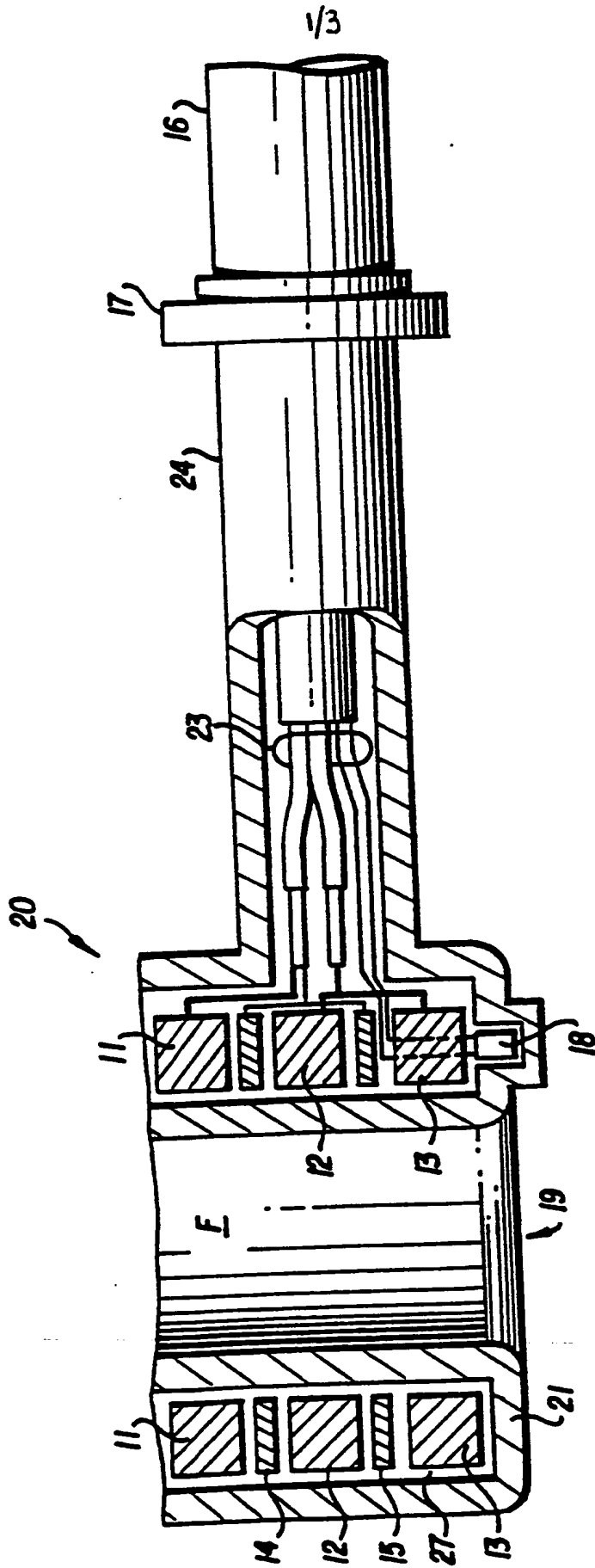
5 selektives Parallelverbinden oder Trennen einer dritten Ringspule mit bzw. von der einen Ringspule oder der anderen Ringspule, wobei die drei Ringspulen einen coaxialen Stapel bilden, und

10 Messen des erfaßten Magnetflusses, wobei sich die dritte Ringspule innerhalb des magnetisch durchlässigen Gehäuses (21) befindet.

15 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Magnetflüsse, die vor und nach dem selektiven Verbinden oder Trennen erfaßt worden sind, miteinander verglichen werden, so daß die Gültigkeit der Messung mit der Meßeinrichtung festgestellt werden kann.

20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei die dritte Ringspule (13) mit der Ringspule (11), die mit der Treibereinrichtung (30) verbunden ist, selektiv verbunden oder davon getrennt wird.

25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei die dritte Ringspule (13) mit der Ringspule (11), die mit der Erfassungseinrichtung (32) verbunden ist, selektiv verbunden oder davon getrennt wird.



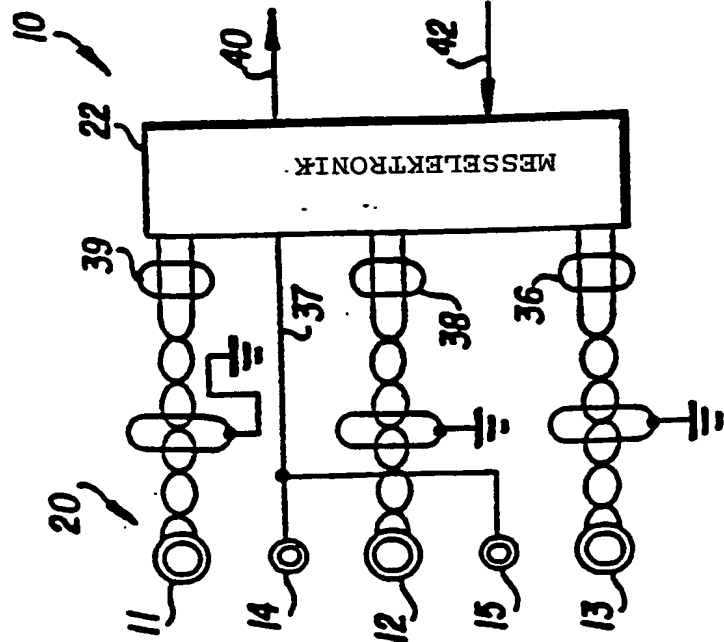


FIG. 2

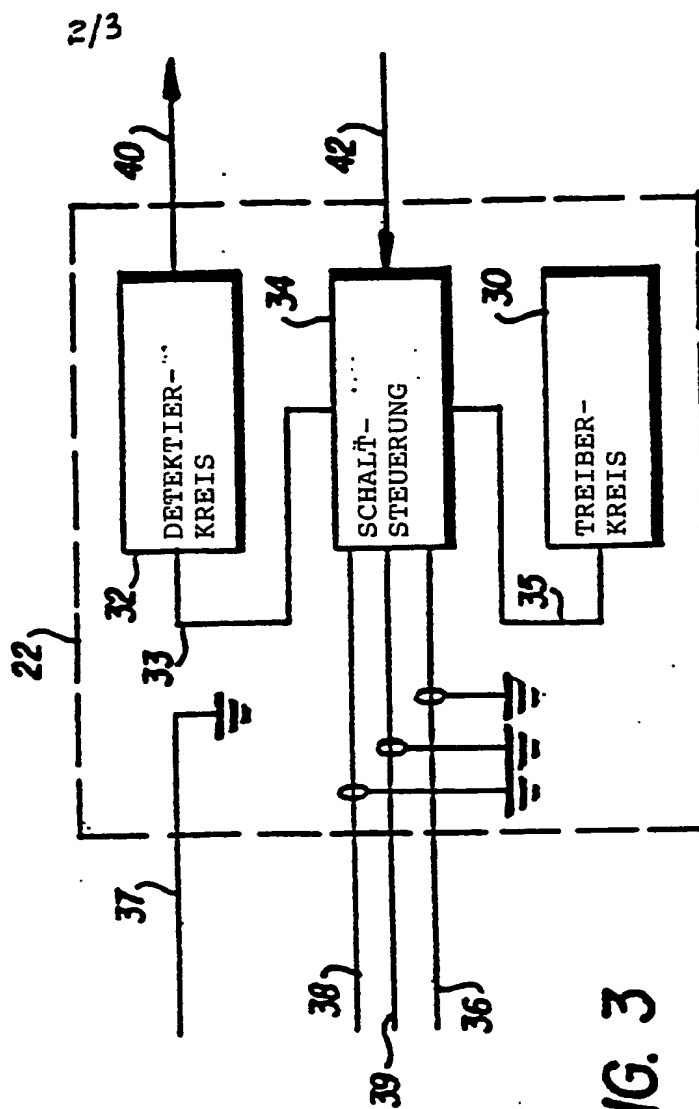


FIG. 3

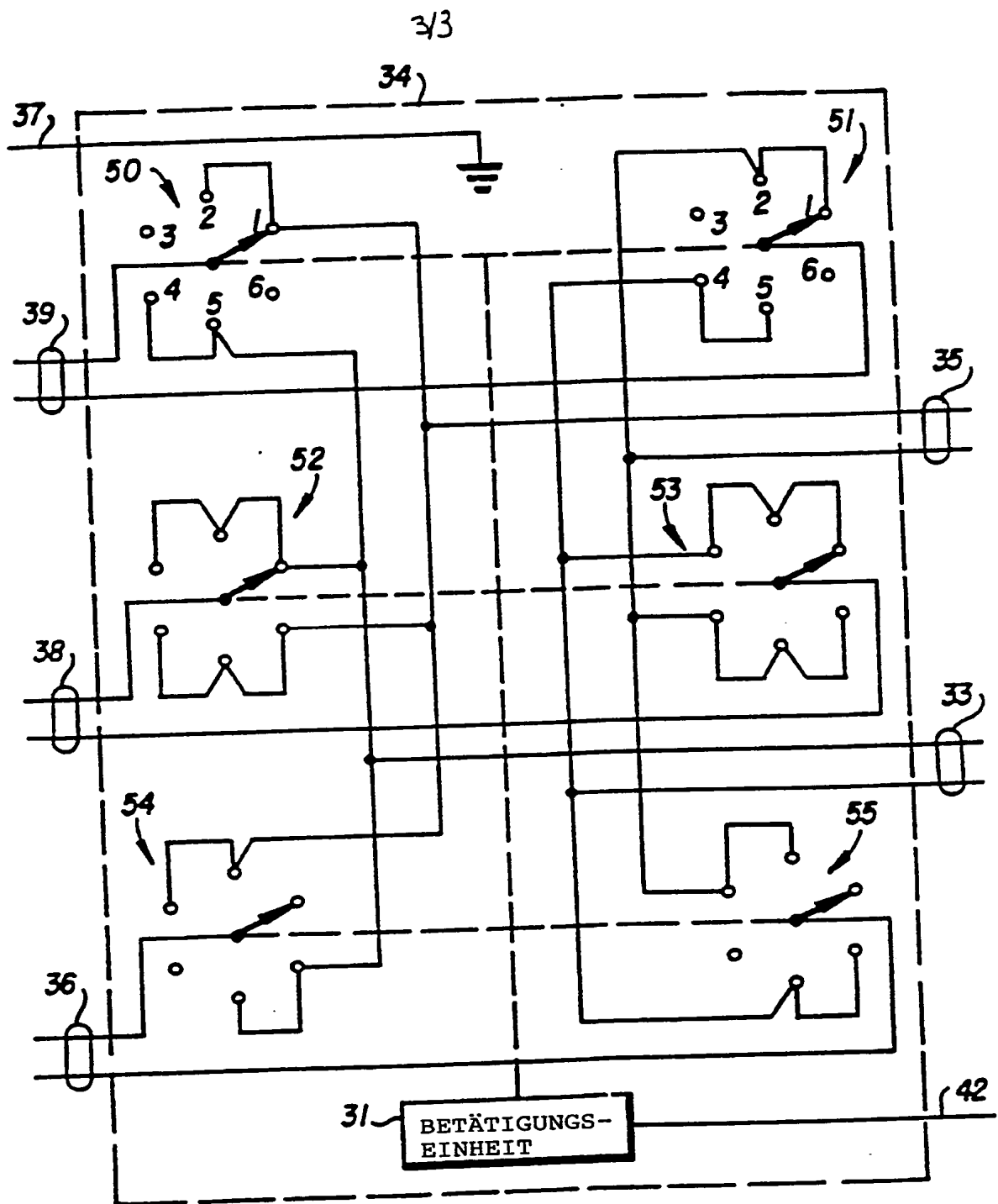


FIG. 4

This Page Blank (uspto)